

# オミクロン株の新規陽性者推定 (東京都)

2021.12.21

筑波大学 倉橋節也

# サマリー

- 東京都におけるオミクロン株の感染力・3回目接種の開始時期・接種証明制限のそれぞれに対して、新規陽性者数の比較を行った。
- オミクロン株の感染力が1.32倍(南ア報告)の場合、第3回接種を全接種者に対して210日以内に実施することで、新規陽性者数を1800人/日まで抑えられる可能性が推定された。
- オミクロン株の感染力が2.0倍(英国報告)の場合、第3回接種を全接種者に対して210日以内に実施およびワクチン接種/陰性証明パッケージの飲食店・イベント会場80%に実施をしても、新規陽性者数を9100人/日となる可能性が推定された。これらに加えて、第3回接種率(2回目接種者に対する第3回接種率)を100%完全実施することができれば、新規陽性者数を4500人/日まで抑制できる可能性が示唆された。
- 感染力が2.0倍の場合、3回目接種開始を180日にする効果は大きいですが、開始時期を2月に遅らせると感染拡大を抑制できない。ただし、3回目接種速度を今年並みとした。
- 効果的な抑制策は以下の3点と思われる。
  - 全年代2回目接種者に対する210日以内の第3回目接種の100%完全実施
  - ワクチン接種/陰性証明パッケージの飲食店・イベント会場への80%以上の実施
  - 180日後の3回目接種を1月中旬開始

# 新規陽性者数比較

3回目接種・接種証明制限による比較

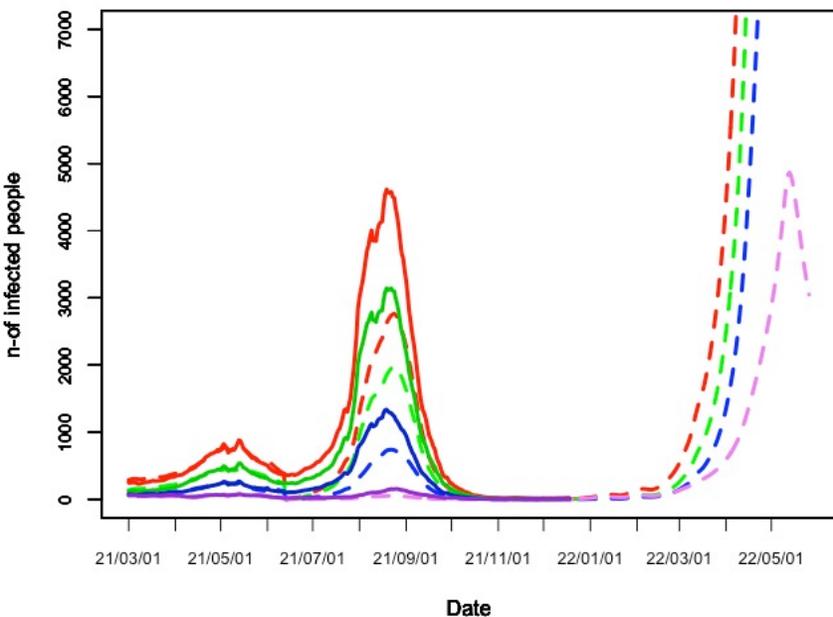
# 対デルタ感染力 1.32倍

	1	2	3
3回目接種	なし	240日後	210日後
接種証明制限	なし	なし	なし

ワクチン2回目感染予防効果：33%  
 ワクチン3回目感染予防効果：75%  
 ワクチン3回目接種率：90%（2回目に対する率）

1) 3回目接種なし V/Tなし

Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine



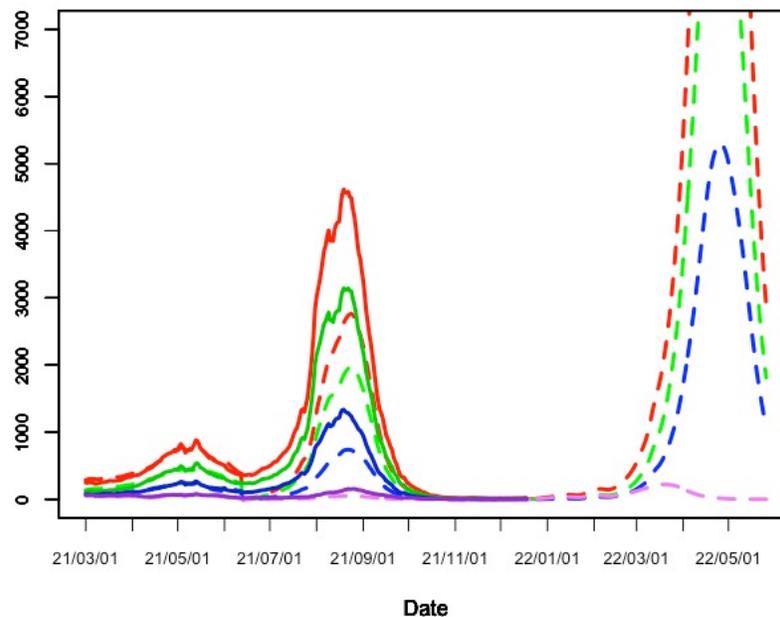
新規陽性者数

2022/5/14

63,000

2) 3回目接種240日 V/Tなし

Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine



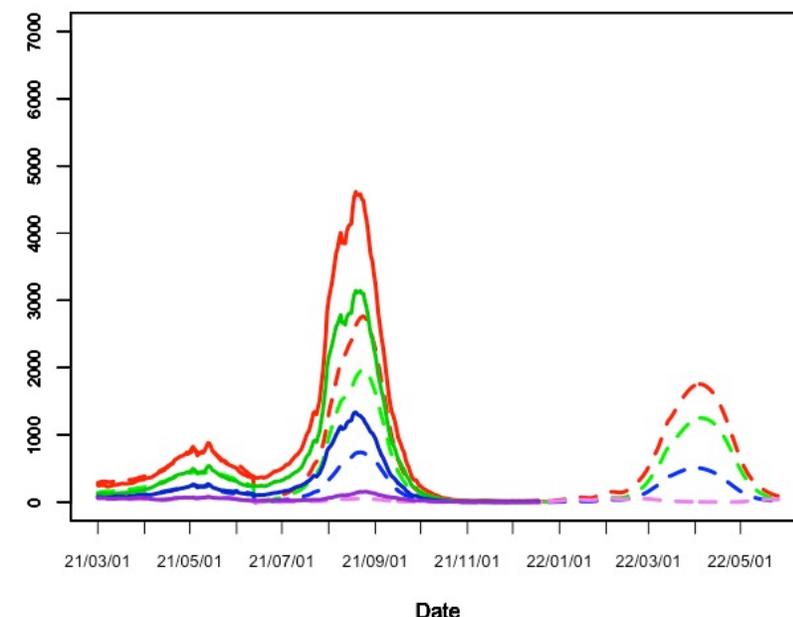
新規陽性者数

2022/4/26

16,000

3) 3回目接種210日 V/Tなし

Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine



新規陽性者数

2022/4/5

1,800

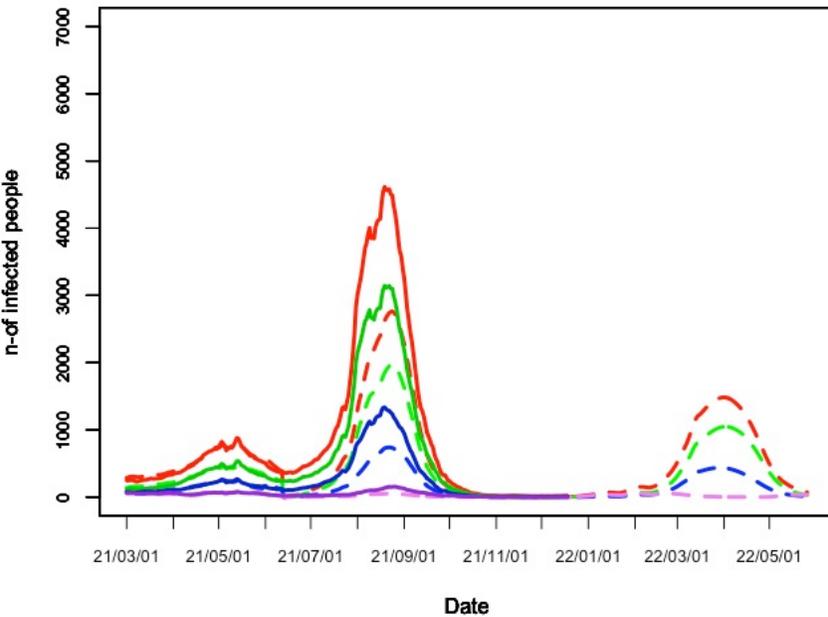
# 対デルタ感染力 1.32倍

	4	5
3回目接種	210日後	210日後
接種証明制限	50%	80%

ワクチン2回目感染予防効果：33%  
 ワクチン3回目感染予防効果：75%  
 ワクチン3回目接種率：90%（2回目に対する率）

4) 3回目接種210日後 V/T 50%

**Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine**



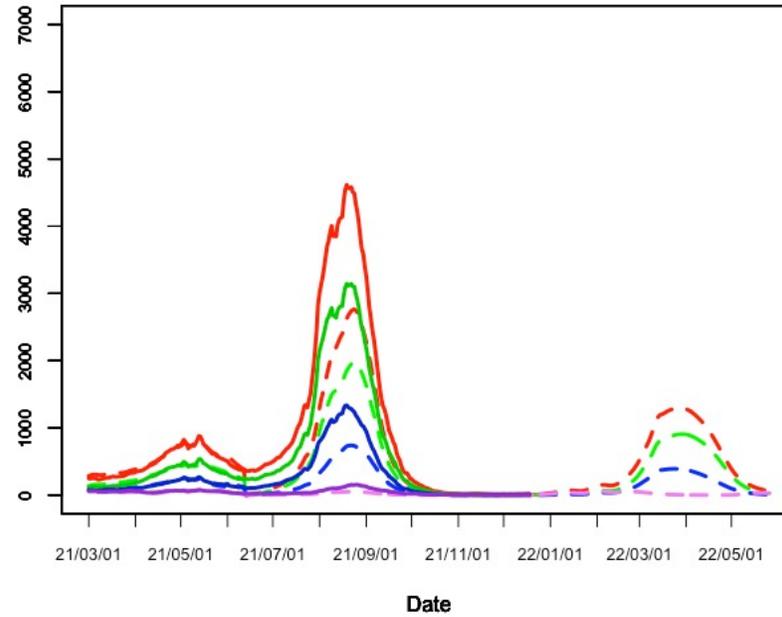
新規陽性者数

2022/4/2

1,500

5) 3回目接種210日 V/T80%

**Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine**



新規陽性者数

2022/3/28

1,300

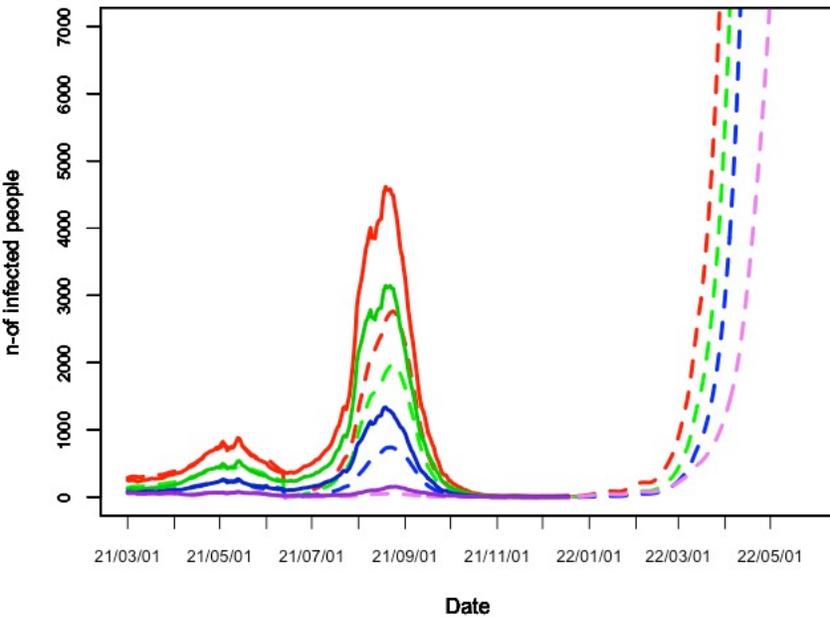
# 対デルタ感染力 1.5倍

	1	2	3
3回目接種	なし	240日後	210日後
接種証明制限	なし	なし	なし

ワクチン2回目感染予防効果：33%  
 ワクチン3回目感染予防効果：75%  
 ワクチン3回目接種率：90% (2回目に対する率)

1) 3回目接種なし V/Tなし

Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine



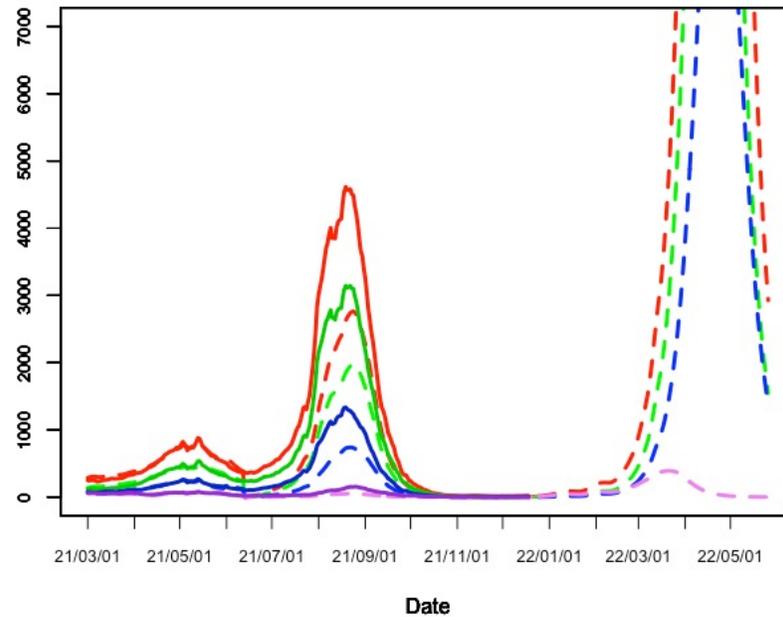
新規陽性者数

2022/5/13

118,000

2) 3回目接種240日 V/Tなし

Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine



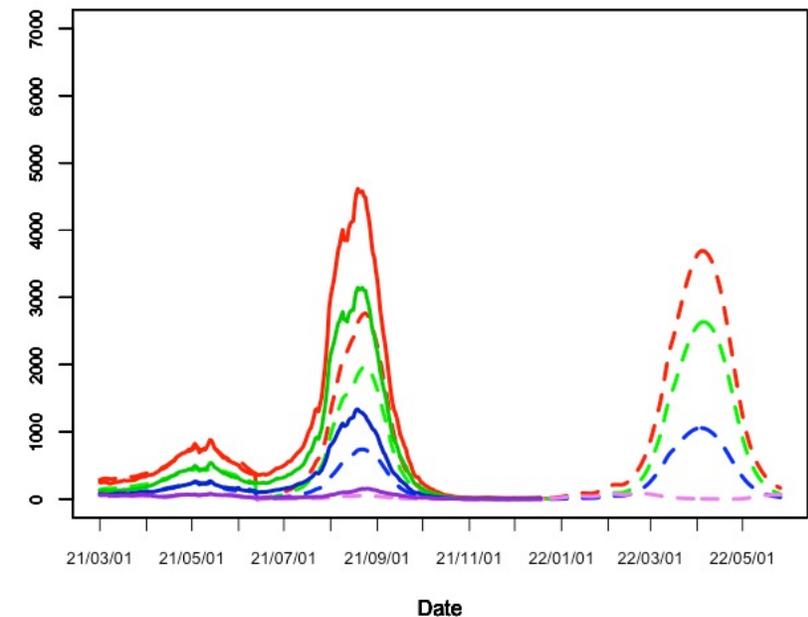
新規陽性者数

2022/4/21

31,000

3) 3回目接種210日 V/Tなし

Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine



新規陽性者数

2022/4/6

3,700

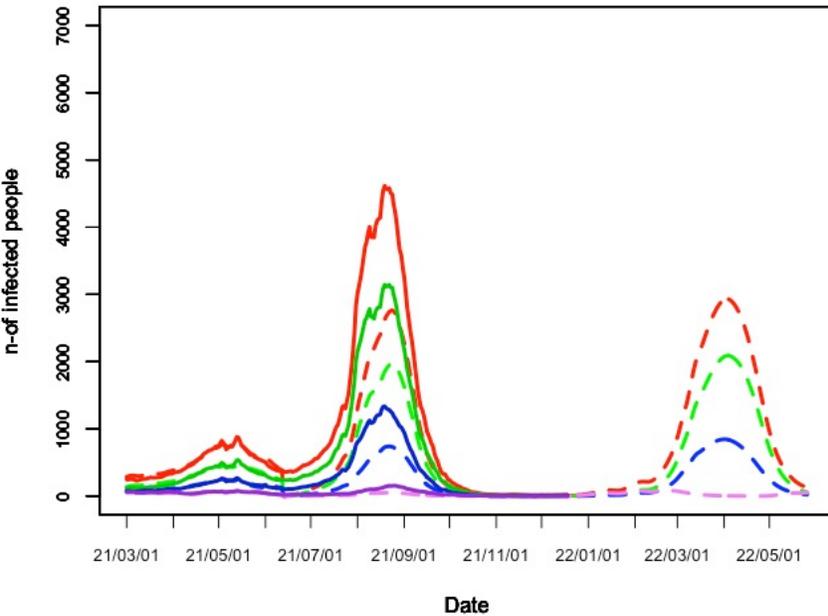
# 対デルタ感染力 1.5倍

	4	5
3回目接種	210日後	210日後
接種証明制限	50%	80%

ワクチン2回目感染予防効果：33%  
 ワクチン3回目感染予防効果：75%  
 ワクチン3回目接種率：90%（2回目に対する率）

4) 3回目接種210日後 V/T 50%

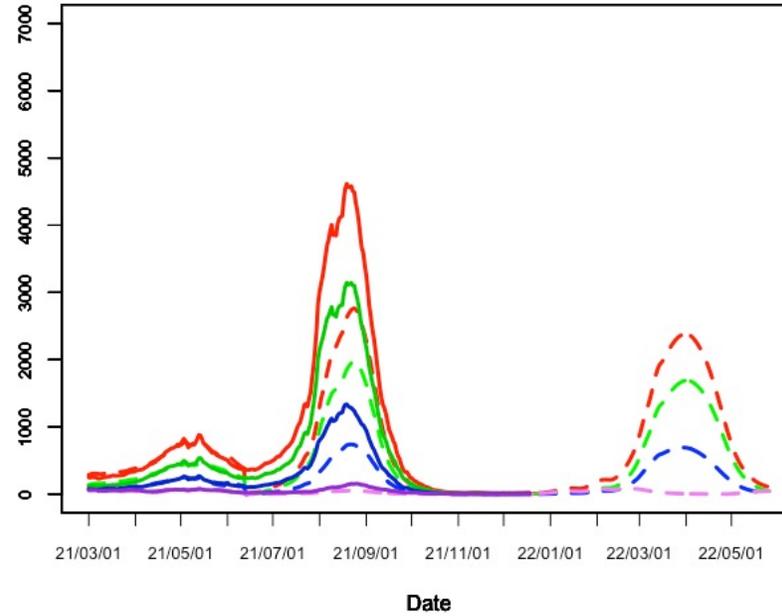
**Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine**



新規陽性者数
2022/4/4
2,900

5) 3回目接種210日 V/T80%

**Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine**



新規陽性者数
2022/4/2
2,400

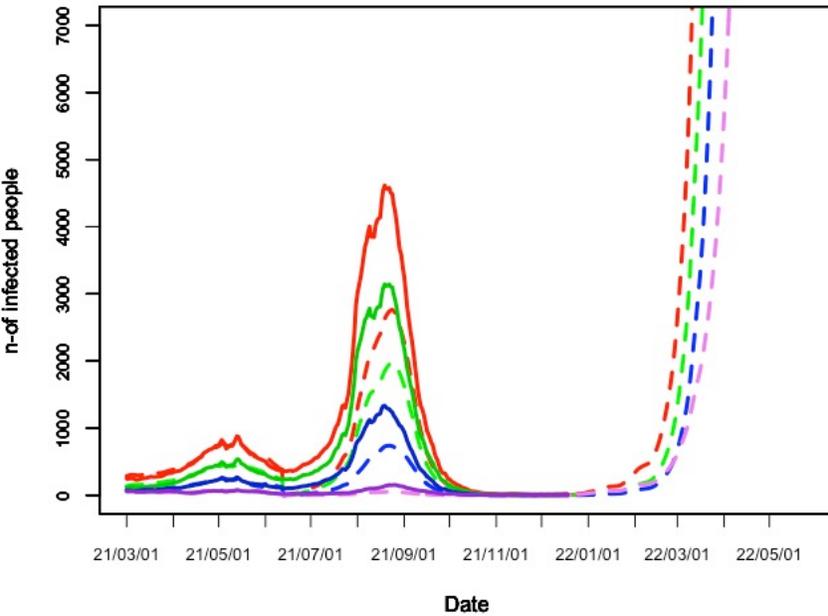
# 対デルタ感染力 2.0倍

	1	2	3
3回目接種	なし	240日後	210日後
接種証明制限	なし	なし	なし
3回目接種率	90%	90%	90%

ワクチン2回目感染予防効果：33%  
 ワクチン3回目感染予防効果：75%  
 ワクチン3回目接種率：90%（2回目に対する率）

1) 3回目接種なし V/Tなし

**Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine**



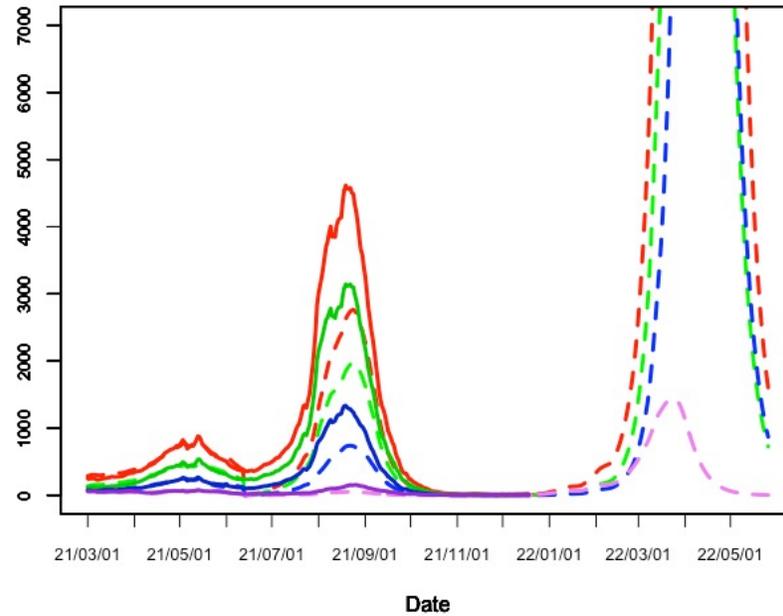
新規陽性者数

2022/4/29

168,000

2) 3回目接種240日 V/Tなし

**Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine**



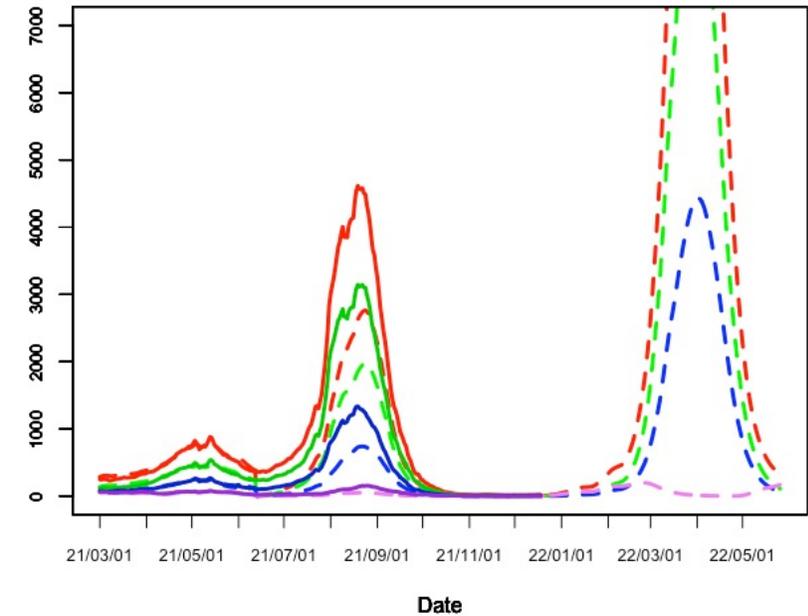
新規陽性者数

2022/4/11

73,000

3) 3回目接種210日 V/Tなし

**Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine**



新規陽性者数

2022/4/1

14,000

# 対デルタ感染力 2.0倍

	4	5	6
3回目接種	210日後	210日後	210日後
接種証明制限	50%	80%	80%
3回目接種率	90%	90%	100%

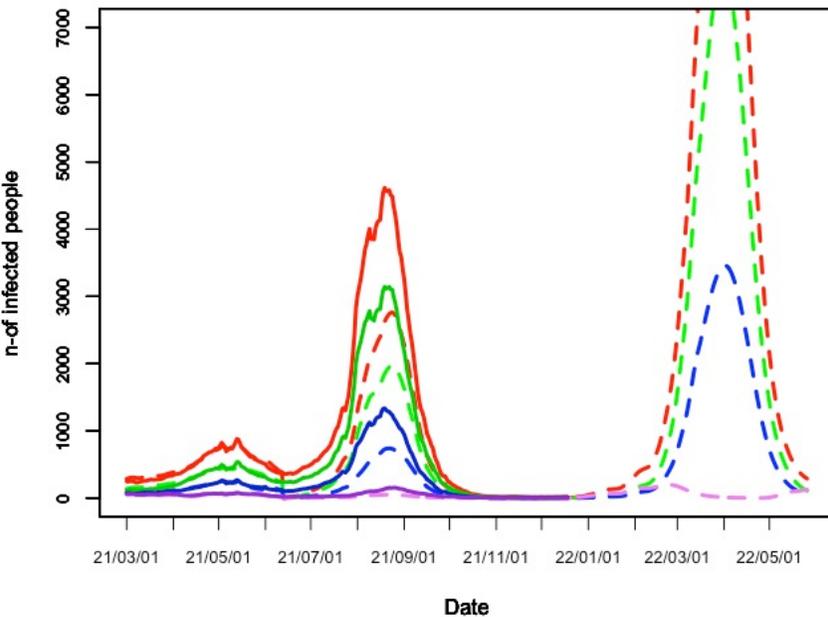
ワクチン2回目感染予防効果：33%

ワクチン3回目感染予防効果：75%

ワクチン3回目接種率：90%、100%（2回目に対する率）

4) 3回目接種210日後 V/T 50%

**Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine**



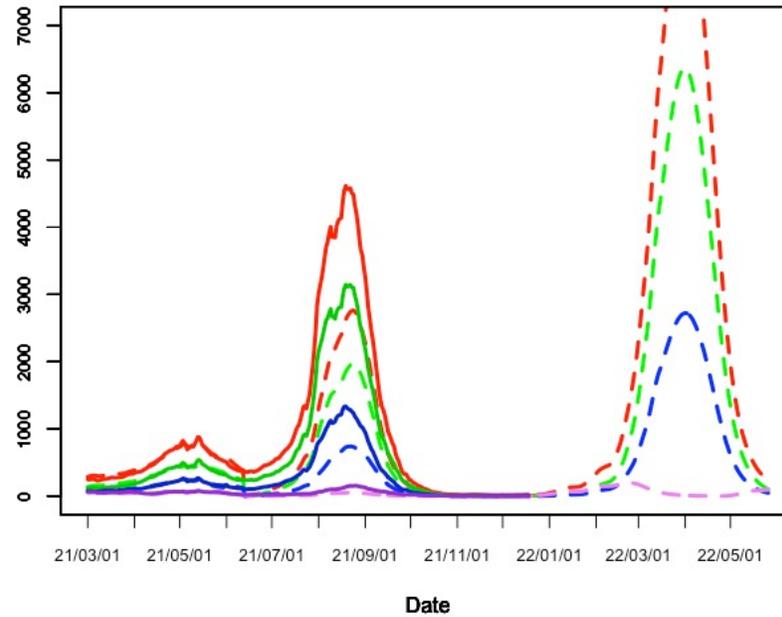
新規陽性者数

2022/4/2

11,000

5) 3回目接種210日 V/T80%

**Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine**



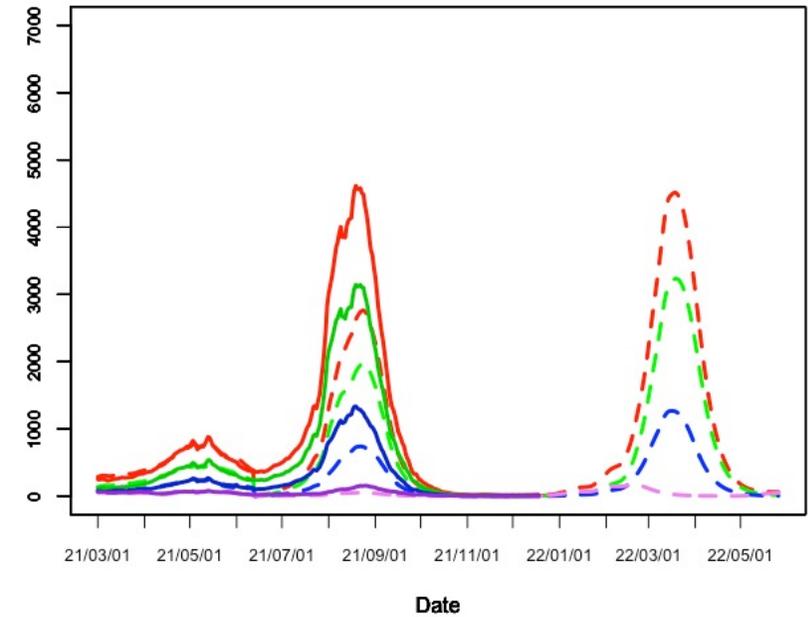
新規陽性者数

2022/4/2

9,100

6) 3回目接種210日 V/T80% 3回目接種率100%

**Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine**



新規陽性者数

2022/3/20

4,500

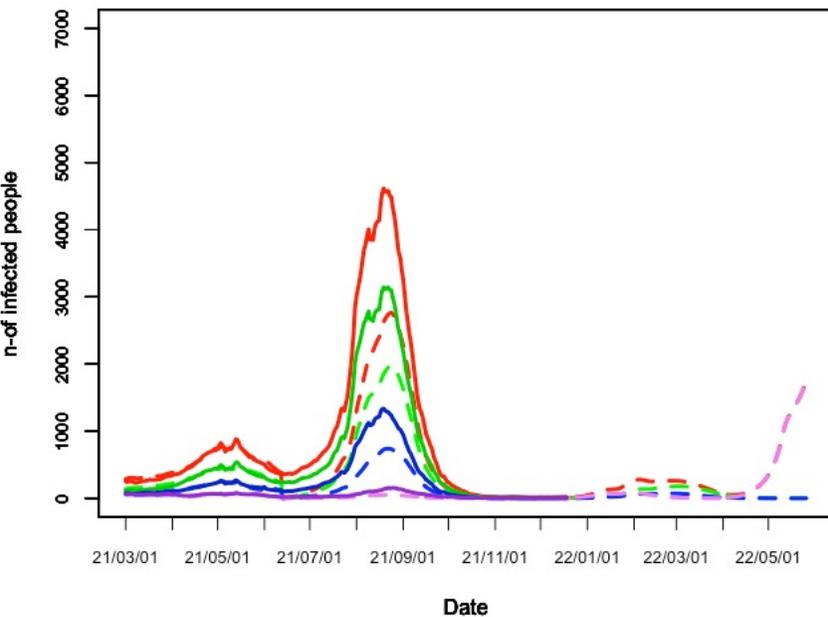
# 対デルタ感染力 2.0倍

	7	8	9
3回目接種	180日後	180日後	180日後
接種証明制限	なし	なし	なし
3回目接種開始	1/1	1/20	2/1

ワクチン2回目感染予防効果：33%  
 ワクチン3回目感染予防効果：75%  
 ワクチン3回目接種率：90%（2回目に対する率）

7) 3回目接種180日後 1/1開始

**Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine**



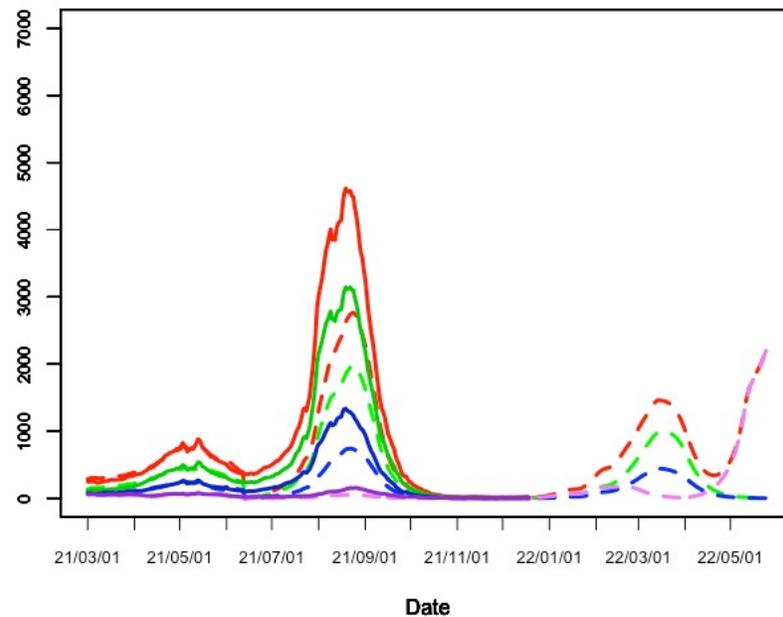
新規陽性者数

2022/5/15

1,200

8) 3回目接種180日 1/20開始

**Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine**



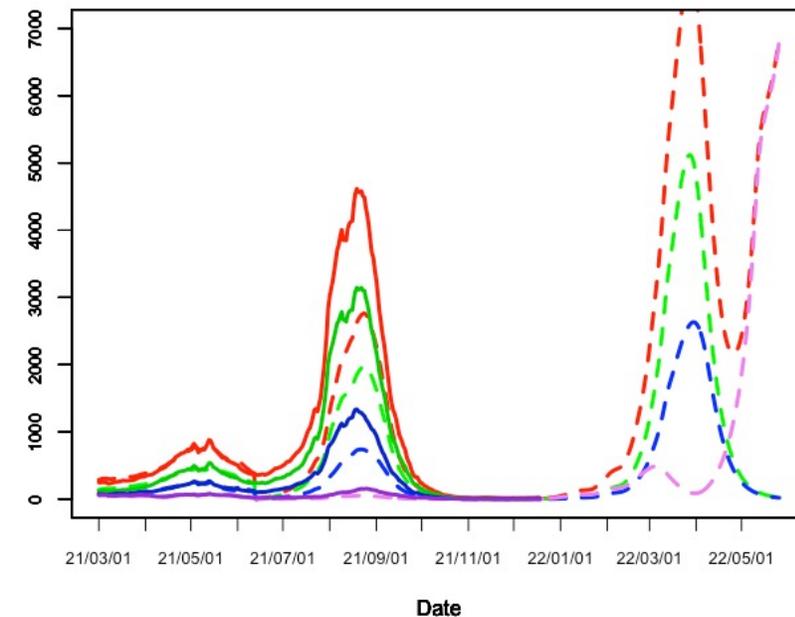
新規陽性者数

2022/5/15

1,700

9) 3回目接種210日 2/1開始

**Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine**



新規陽性者数

2022/3/29

7,800

# モデル設定

## 1. SEIR数理モデルとAI最適化手法による感染モデル

人口流動を考慮したSEIRモデルとAI技術（進化的最適化+準ニュートン法）を用いて感染モデル推定の最適化を行うことで、0歳～39歳、40歳～59歳、60歳以上の3つの年代内および年代間での感染推定を行った。県外からの陽性患者流入者数をモバイル空間統計データ(NTTドコモ)およびLocationMind xPop\*1から推定してモデルに組み込み、2021年3月1日～10月30日のデータからモデルを学習させた。

## 2. ワクチン効果と行動変容効果

- ワクチン効果は、オミクロン株に対して、第2回で33%、第3回で75%の発症予防効果があるとした。オミクロン株は12/10に5名の市中感染が始まっていると仮定した。
- 3/1～12/18の実効再生産数・人口流動数の推移は実測値を使用。12/19以降は、繁華街滞留人口（13時、19時、21時）と都外からの流入人口が11月と同水準として、実効再生産数・感染者流入リスクを推定した。

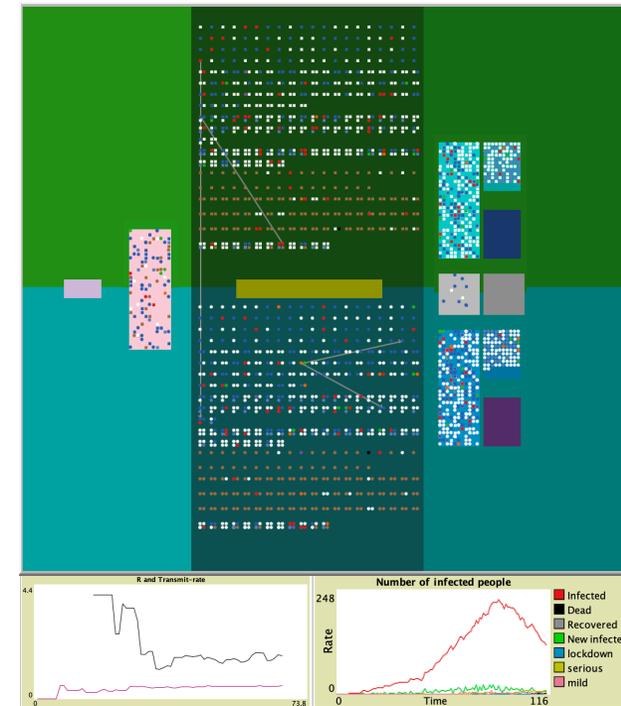
### • ワクチン減衰効果

デルタ株が発生した2021年6月では感染抑制効果が64%(イスラエル保健省)、アルファ株において90日で78%(Oxford, Nature), デルタ株において90日で65.5%(NEJM), 143日中央値で82%(米国CDC)まで減衰するとした報告を参照に、これらの単純平均を取り、180日で66%まで減衰するとした。ブースター接種は、12/1より2回目接種から180日および240日経過した人から接種を開始し、2回目接種直後の効果に戻るとした。

- <https://www.gov.il/en/departments/news/05072021-03>, <https://www.gov.il/en/departments/news/06072021-04>
- Resurgence of SARS-CoV-2 Infection in a Highly Vaccinated Health System Workforce, DOI: 10.1056/NEJMc2112981, The new England journal of medicine
- COVID vaccines protect against Delta, but their effectiveness wanes, doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-021-02261-8>, Nature
- Comparative Effectiveness of Moderna, Pfizer-BioNTech, and Janssen (Johnson & Johnson) Vaccines in Preventing COVID-19 Hospitalizations Among Adults Without Immunocompromising Conditions — United States, March–August 2021, CDC vol.70, 17, Sep. 2021

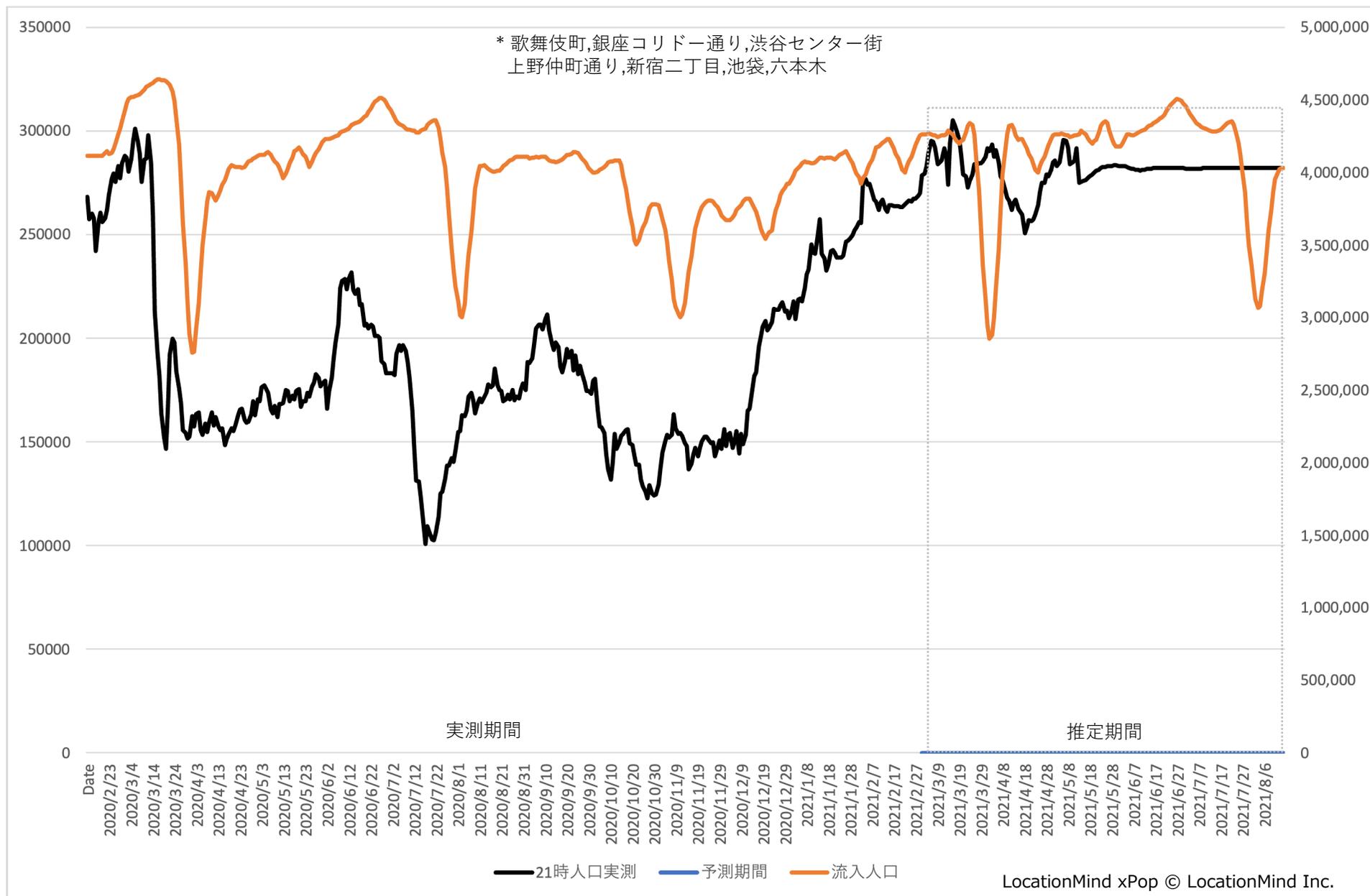
## 3. 東京近郊市街地エージェントベースモデル

東京郊外の世帯構成に基づいて2つの街で構成された1348人のエージェントで表現したモデルを構築し、ワクチン接種証明による職場、飲食店、イベント会場の制限を行い、各500回の試行からRt変化率を測定した。飲食同伴者は、友達ネットワーク（友人数は冪則分布のゴルトン・ワトソンネットワーク）から、ランダムに選ばれるとした。



\*1 「LocationMind xPop」データは、NTTドコモが提供するアプリケーション(※)の利用者より、許諾を得た上で送信される携帯電話の位置情報を、NTTドコモが総体的かつ統計的に加工を行ったデータ。位置情報は最短5分毎に測位されるGPSデータ（緯度経度情報）であり、個人を特定する情報は含まれない。※ドコモ地図ナビサービス(地図アプリ・ご当地ガイド)等の一部のアプリ

# 東京都繁華街21時滞留人口・都内流入人口推移



# ワクチン接種による抗体保有率

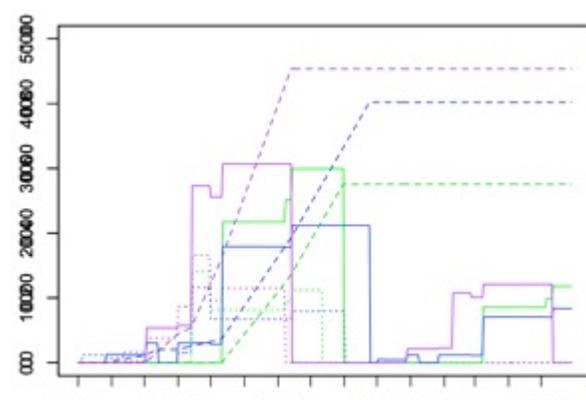
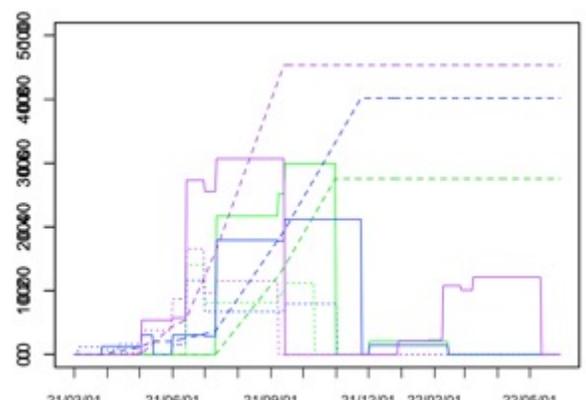
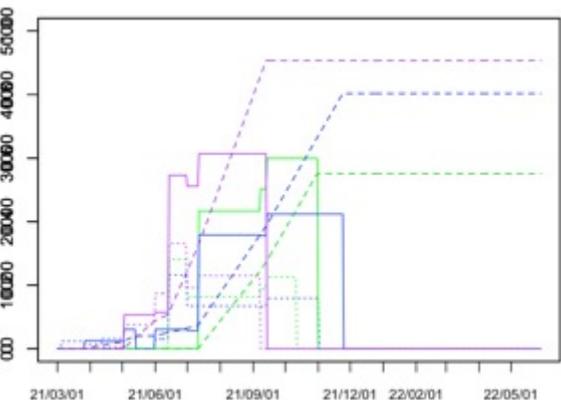
ワクチン2回接種

ワクチン3回接種（医療従事者・高齢者）  
12/1から8ヶ月経過者に対して接種

ワクチン3回接種（全年代）  
12/1から8ヶ月経過者に対して接種

緑破線：0～39歳累計接種率  
 青破線：40～59歳累計接種率  
 紫破線：60歳以上累計接種率  
 緑点線：0～39歳1回目接種数  
 青点線：40～59歳 1回目接種数  
 紫点線：60歳以上1回目接種数  
 緑実線：0～39歳2回目接種数、12/1以降3回目  
 青実線：40～59歳 2回目接種数、12/1以降3回目  
 紫実線：60歳以上2回目接種数、12/1以降3回目

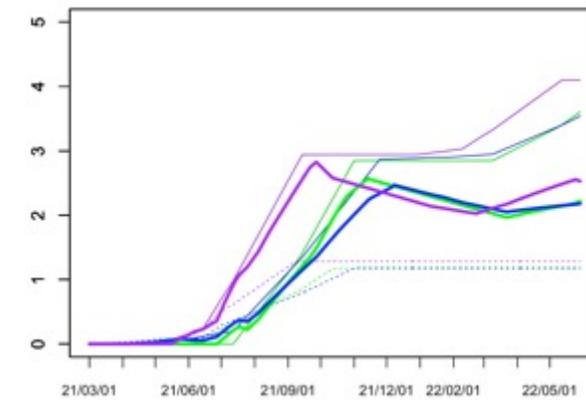
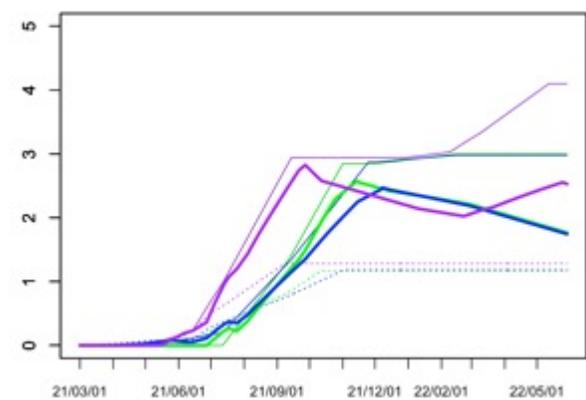
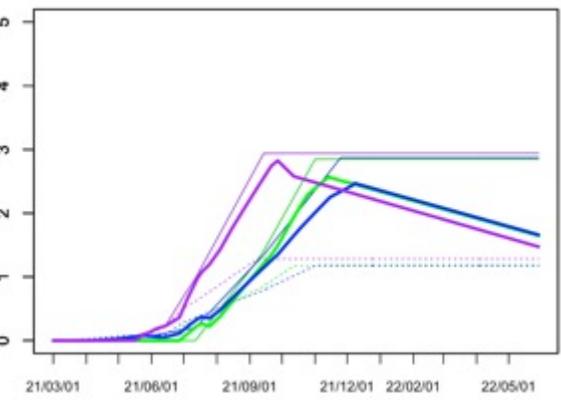
緑点線：0～39歳1回目ワクチン効果  
 青点線：40～59歳 1回目ワクチン効果  
 紫点線：60歳以上1回目ワクチン効果  
 緑実線：0～39歳2回目以降ワクチン効果  
 青実線：40～59歳 2回目以降ワクチン効果  
 紫実線：60歳以上2回目以降ワクチン効果



年代別ワクチン接種数

年代別ワクチン接種数

年代別ワクチン接種数



年代別ワクチン効果

年代別ワクチン効果

年代別ワクチン効果